

VERIFICATION OF TRANSLATION

I, Alex MacQuarrie
(translator's name)

of Lexi-Tech International, 126 York, Suite 500, Ottawa, Ontario Canada K1N 5T5
(translator's address)

declare as follows:

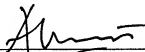
1. That I am fully acquainted with both the English and German languages; and
2. That the attached document is a true and correct translation made by me to the best of my knowledge and belief of:

- a. German Patent Application numbered

DE 102 15 722 A 1

Title: Method and Device for Processing Preforms

5.x. 04
(Date)


(Signature of Translator)

FEDERAL
REPUBLIC OF
GERMANY

Patent Application

DE 102 15 722 A 1

Int. Cl.⁷:
B 29 C 49 /64
B 29 C 45/72
B 29 B 11/08

GERMAN
PATENT AND
TRADE MARK
OFFICE

File No: 102 15 722.17
Filing date: 10 April 2002
Examination date: 30 October 2003

Applicant:
Pesavento, Modesto M., 98574 Schmalkalden, DE

In assessing patentability, the following documents are to be taken into consideration:

Inventor:
Same as applicant

[see list]

The following information is taken from documents submitted by the applicant

Method and device for processing preforms
The method and the device serve for processing preforms made from a thermoplastic material and which are provided for blow molding into containers. The preforms in a first production step are manufactured in the area of an injection mold. The preforms will for at least part of their areas be impinged upon by a cooling device. The preforms are deformed by the effect of underpressure. For this purpose, the cooling device may be formed of a porous material for at least part of its area.

Description

[0001] The invention relates to a method for processing of preforms made from a thermoplastic material and intended for blow molding into containers and in which the preforms by injection molding in an injection molding tool and are deformed after removal from the injection molding tool.

[0002] The invention further relates to a device for processing preforms made from a thermoplastic material and intended for blow molding into containers and which are produced by injection molding in an injection molding tool, in which the preforms are impinged upon by at least one cooling device.

[0003] A method for processing preforms is described, for example, in PCT-WO 97/39874. Here the preforms, after removal from the injection tool, are transferred into cooling sleeves and pressed against the wall of the cooling sleeve by being impinged with internal pressure. In this manner the contact of the preform with the wall of the cooling sleeve is maintained during the entire cooling procedure, since any shrinkage of the preform as a result of cooling can be compensated for by the internal pressure acting upon it.

[0004] A blow molding deformation of preforms into containers inside a blow mold is disclosed in DE 41 28 438 A1. In this case the blow mold is provided with porous plugs which are connected to a pressure source. Compressed air is applied to the porous plugs providing a compressed air cushion which impedes surface damage to the blown container from the material sliding on the inner surface of the blow mold.

[0005] The task of the present invention is to improve a method of the kind described at the outset and which supports production of preforms requiring little time and with a simple physical layout.

[0006] This object is achieved according to the invention in that the preforms are deformed by the effect of negative pressure.

[0007] A further object of the present invention is to design a device of the kind described at the outset which facilitates processing of the preforms by means of a simple mechanical design and at a low production cost of the device.

[0008] This object is achieved according to the invention in that at least part of the area of the cooling device is formed from a porous material.

[0009] The deformation of the preforms by the action of negative pressure following the manufacture of the preforms by injection molding confers a series of advantages. One advantage is that the preform can be drawn against the walls of a cooling sleeve by the action of an external negative pressure and in this way direct contact between the preform and the wall of the cooling sleeve is maintained throughout the entire cooling process.

[0010] A further advantage can be seen in that negative pressure can be applied so that a deformation of the preform can take place longitudinally, radially and/or in a circumferential direction relative to the longitudinal axis of the preform, so that the preform can be given a conformation differing from the contour of the injection molding tool cavities. More particularly, the possibility exists of generating a distribution of material in the wall of the preform which would be beneficial for the subsequent production of oval bottles by blow molding. In this way, varying wall thickness could be provided in the circumferential direction of the preform.

[0011] Yet a further advantage consists in that preforms that are unintentionally deformed or have not been molded to their full extent by the injection molding tool can be remolded. In this way any warped preforms can be corrected or preform deformations compensated for. More particularly it is considered that, in the use of the method according to the invention and/or the device according to the invention, cycle times in the area of the injection molding tool can intentionally be reduced or increased tolerances specified in the tool geometries of the injection molding tool. In such an intentionally premature demolding of the preform, warping of the preform ejected when it is too hot or the formation of shrink marks can be accepted, since these defects in the preform can be compensated for during remolding by the application of negative pressure. The very costly injection tool can in this way be operated at an increased productivity.

[0012] A typical deforming process takes place in such a way that the negative pressure acts upon the preform externally.

[0013] It is also possible for the negative pressure to act upon the preform internally.

[0014] A preferred embodiment consists in that the preforms are impinged upon by negative pressure inside a cooling device.

[0015] A low-cost supply of negative pressure can be achieved in that the preforms are impinged upon by applying the negative pressure through a porous material.

[0016] To facilitate a uniform distribution of the negative pressure it is proposed that the negative pressure be applied to the porous material through negative pressure channels.

[0017] Handling of the preforms can be facilitated by the fact that the preforms are locally acted upon by a pressurizing medium.

[0018] An additional impact on the speed of the process can be achieved by having the preforms temporarily acted upon by a pressurizing medium.

[0019] Improved control means are thereby provided to apply negative pressure to the preforms through locally porous inserts.

[0020] An input of locally varying pressure conditions along an inner boundary of the cavity receiving the preform can be achieved by means of locally porous inserts some of

which are controllably connected to a pressure source and to a negative pressure source by means of control valves.

[0021] Deformation of the preform from the inside outwards can be achieved through the use of a porous mandrel.

[0022] A locally limited deformation of material is facilitated by applying local negative pressure on the preform from the mandrel.

[0023] A typical application consists of deforming the preform as an intermediate step in a single-stage injection-blow process.

[0024] It is also possible for the deformation of the preform to be performed as an intermediate step in the performance of a dual-stage injection-blow process.

[0025] A technically advantageous embodiment of the invention can be achieved by locating the porous material in the area of a cooling sleeve.

[0026] To provide sufficient mechanical stability, it is proposed to configure the porous material as an insert held in place by a frame.

[0027] Application of negative pressure inside the porous material with low flow resistances is achieved by locating at least one negative pressure channel in the area of the insert.

[0028] According to a further design embodiment, at least one cooling channel is located in the region of the frame.

[0029] Screening off pressure from the outer environment can be achieved by covering at least some of the area of the insert with a seal.

[0030] To enable a pressure-supported mobility of the preform relative to the insert of porous material, it is proposed that the negative pressure channel extend into the area of a cavity in the insert.

[0031] Targeted local input of the action of the pressure ratios can be achieved by covering at least some of the area of the mandrel with a seal.

[0032] For a merely partial remolding of the preform, the mandrel is covered by a seal in the area of the round end.

[0033] In a further variant for remolding the preform the mandrel is provided with at least one membrane that defines a distributor chamber.

[0034] A typical choice of material would be to form the porous material from a porous metal.

[0035] Particularly good thermal conductivity can be attained by using aluminum as the porous metal.

[0036] A further embodiment employs a sintered metal as the porous material.

These materials can be employed with variable pore sizes, from as small as a few μm and upwards. The smaller the pore size, the better the surface quality of the preform. Too small a pore size leads to too high a pressure/vacuum requirement. Moreover, small pores tend to get blocked by dust.

The following typical porous (air-permeable) materials are commercially available:

METAPOR® PORTEC AG;

“ultraporex®” ultrafilter international AG;

“Porcerax II®” International Mold Steel Inc.;

“KuporeX™” KUBOTA Corporation.

[0037] The drawings schematically present typical embodiments of the invention. Shown are:

[0038] Fig. 1 a cross-section through a cooling device in which a cooling sleeve is formed from a porous element;

[0039] Fig. 2 an embodiment modified in respect to Fig. 1, in which both overpressure and negative pressure can be applied to the preform through the porous element;

[0040] Fig. 3 a cross-section through an embodiment in which are employed a quantity of porous inserts spatially separated from each other and which are controllably connectable to overpressure and/or negative pressure;

[0041] Fig. 4 a partial representation of a vertical section through a device in which a mandrel for the preforms made of porous material is used for a partial remolding in the direction of the longitudinal axis of the preforms;

[0042] Fig. 5 an embodiment, modified in respect to Fig. 4, in which the mandrel is configured for a complete remolding of the preform;

[0043] Fig. 6 an embodiment, modified in respect to Fig. 5, in which the molding forces are applied to the preform through a membrane mounted on the mandrel;

[0044] Fig. 7 a cross-section through a preform located in an insert of porous material;

[0045] Fig. 8 a cross-sectional representation according to Fig. 7 of the deformation of the preform through the effects of negative pressure and

[0049] Fig. 9 a schematic cross-sectional representation of a molded preform according to Fig. 8 and of a corresponding oval container contour after blow deformation of the preform.

[0047] Fig. 1 shows a cross-section through a device for processing preforms (1), which has a frame (2) and an insert (3) in a porous material. The term “porous material” as used here includes both open-pored foamlike structures and sintered materials, or other comparable material structures. Owing to their high thermal conductivity, open-pore metal foams, for example of aluminum, have particularly proven themselves.

[0048] The preform (1) consists of a thermoplastic material, typically of PET (polyethylene terephthalate), and is provided with a side wall (4), a support ring (5) and a mouth cutout (6). An internal space (7) of the preform extends along the preform longitudinal axis (8).

[0049] A negative pressure channel (9) extends through the frame (2) and is connected to a negative pressure channel (10) inside the insert (3). Also located in the area of the insert (3) are cooling channels (11) through which a cooling medium can circulate. In the region of the face (12) of the frame (2) a face of the insert (3) is closed off by a seal (13) to prevent the intake of ambient air when negative pressure is applied.

[0050] The preform (1) is introduced into a cavity (14) of the insert (3) in such a way that the support ring (5) abuts the area of the face of the insert (3). When negative pressure is applied to the insert (3), air located between the preform (1) and the cavity (14) is extracted and the ambient pressure in the area of the inner space (7) of the preform (1) presses the side wall (4) of the preform (1) against the confining surface (15) of the cavity (14). The material contact thus caused leads to an improved cooling of the preform (1) and contributes to the preform (1) assuming the shape of the confining surface (15).

[0051] In the embodiment according to Fig. 2 the negative pressure channel (10) extends as far as the cavity (14) of the insert (3). Further, cooling channels (11) are located in the area of the frame (2). Additionally to the negative pressure channel (9), a pressure medium channel (16) is located in the area of the frame (2) and discharges into a pressurizing medium connection (17) of the insert (3). Preferably, the pressurizing medium line is located at a short distance from the seal (13). In this way a flow of air is generated through the cavity (14) in the direction of the negative pressure channel (9), facilitating the introduction of the preform (1) into the cavity (14) and preventing scratching of the preform (1) from contact with the confining surface (15). This further prevents uneven contact of the preform (1) with the insert (3), which can lead to uneven cooling of the preform (1).

[0052] In the embodiment according to Fig. 3 the cavity (14) is formed in the area of the frame (2) and a number of porous inserts (3) are arranged in the area of the confining surface (15) of the cavity (14). Here, the porous inserts (3) are spatially separated from each other. Additionally, the inserts (3) are each connected with supply channels (18) which are controllably connected by means of control valves (19) to a pressure source

(20) or a negative pressure source (21). In this embodiment, too, the negative pressure channel (9) extends into the area of the cavity (14). To ease the introduction of the preforms (1) in the cavity (14), the negative pressure channel is first impinged upon with a vacuum. As soon as the preform is completely in the cavity (14), the negative pressure source (21) releases a high negative pressure, in order to press the preform (1) against the confining surface (15). The inserts (3), spatially separated from each other, form nozzle-type arrangements, which can cause local deformation of the preform (1) or generate compressed air cushions for the preforms (1). More particularly, the possibility exists of introducing controllably hot compressed air through the inserts (3) so as to heat the preform (1) locally to achieve a specified deformation.

[0053] In the embodiment according to Fig. 4, the preform (1) is acted upon by a mandrel (22) which is formed from a porous material. The mandrel (22) is provided with a channel (23) for a pressurizing medium. The channel (23) for the pressurizing medium can provide both overpressure and negative pressure, depending on control settings. To prevent pressure losses the mandrel (22) is externally provided with a seal (24) for part of its area. In the embodiment according to Fig. 4 the mandrel (22) is configured for only partial remolding of the preform (1) in the area of the mouth cutout (6) and of a part of the sidewall (4) oriented towards the mouth cutout. In the region of a round end (25), therefore, the mandrel (22) also bears a seal (26).

[0054] In the embodiment according to Fig. 5 the mandrel (22) is configured for a remolding of the preform (1) along the total extension of the longitudinal axis (8) of the preform. The mandrel (22) therefore possesses a contour that is altered in respect of the embodiment shown in Fig. 4. A seal (26) in the region of the round end (25) is not required in this embodiment. As well, when the preform (1) is acted upon by the mandrel (22), according to the embodiment shown in Fig. 5, the preform (1) can be cooled by cooling air (27) acting on it externally.

[0055] In the embodiment according to Fig. 6 the pressurizing medium channel (23) is connected to distributor chambers (28) which are sealed off by membranes (29). When pressure is applied to the pressurizing medium channel (23) the membranes (29) are pressed against the side wall (4) of the preform (1) and cause the deformation of the preform (1). As well, the force generated by the membrane (29) can deform the preform (1) either against the inner wall of a cooling sleeve or as otherwise specified.

[0056] Fig. 7 shows a cross-section through an insert (3) with a preform (1) held in the cavity (14). The insert (3) is held in place by frames (2).

[0057] After application of negative pressure, the preform (1) according to Fig. 1 is molded into a preform as shown in Fig. 8. More particularly, it can be recognized in Fig. 8 that a varying wall thickness is created by deforming circumferentially. The preform configuration according to Fig. 8 is particularly suited for the production of oval bottles.

[0058] Fig. 9 shows the positioning of the preform (1) according to Fig. 8 for a container contour (30) of a container with oval cross-section. The material distribution in the

preform (1) is selected so that those areas which are only relatively slightly extended in the subsequent blow molding will be formed more thinly than those areas which are more strongly extended in blow molding. Appropriate material distribution in a blow-molded container facilitates very uniform wall thicknesses and consequently uniform material characteristics.

[0059] In a combined alternating loading of the insert (3) with negative pressure and overpressure a cleaning of material can be simply performed so that, with no preform (1) in place, application of a pressurizing medium can blow impurities away. Separation of the preform (1) from the mandrel (22) can also be effected by pressurizing the mandrel (22). In a combined use of the mandrel (22) and an insert (3) of porous material, the separation of the preform (1) from the mandrel (22) can also be facilitated by an external application of negative pressure.

Claims

1. Process for processing preforms made from a thermoplastic material and intended for blow molding into containers and in which the preforms are manufactured in an injection molding tool using injection molding technology and after removal from the injection molding tool are deformed, **characterized in that** the preforms (1) are deformed by the action of negative pressure.
2. Process according to claim 1, characterized in that the negative pressure acts externally on the preforms (1).
3. Process according to claim 1, characterized in that the negative pressure acts internally on the preforms (1).
4. Process according to one of claims 1 to 3, characterized in that negative pressure is applied to the preforms (1) inside a cooling device.
5. Process according to one of claims 1 to 4, characterized in that negative pressure is applied to the preforms (1) through a porous material.
6. Process according to one of claims 1 to 5, characterized in that the negative pressure is supplied to the porous material through negative pressure channels (10).
7. Process according to one of claims 1 to 6, characterized in that the preforms (1) are locally impinged upon by a pressurizing medium.
8. Process according to one of claims 1 to 7, characterized in that the preforms (1) are temporarily impinged upon by a pressurizing medium.
9. Process according to one of claims 1 to 8, characterized in that the application of negative pressure to the preforms (1) takes place through local porous inserts (3).
10. Process according to one of claims 1 to 9, characterized in that locally porous inserts (3) are temporarily and controllably connected by means of control valves (19) to a pressure source (20) and to one or more negative pressure sources (21).
11. Process according to one of claims 1 to 10, characterized in that deformation of the preform (1) is carried out using a porous mandrel (22).
12. Process according to one of claims 1 to 11, characterized in that a local negative pressure effect is exerted on the preform (1) from the mandrel (22).
13. Process according to one of claims 1 to 12, characterized in that the deformation of the preform (1) is carried out as an intermediate step in a single-stage injection-blow process.

14. Process according to one of claims 1 to 12, characterized in that the deformation of the preform (1) is carried out as an intermediate step in a dual-stage injection-blow process.
15. Device for processing preforms made from a thermoplastic material, intended for blow-molding into containers and manufactured in an injection molding tool using injection molding technology, and in which the preforms are at least for part of their area impinged upon by a cooling device, characterized in that the cooling device is at least for part of its area made of a porous material.
16. Device according to claim 15, characterized in that the porous material is located in the area of a cooling sleeve.
17. Device according to claim 15 or 16, characterized in that the porous material is formed as an insert (3), which is held in place by a frame (2).
18. Device according to one of claims 15 to 17, characterized in that at least one negative pressure channel (10) is located in the region of the insert (3).
19. Device according to one of claims 15 to 18, characterized in that at least one cooling channel (11) is located in the area of the insert (3).
20. Device according to one of claims 15 to 18, characterized in that at least one cooling channel (11) is located in the area of the frame (2).
21. Device according to one of claims 15 to 20, characterized in that the insert (3) is covered for at least part of its area by a seal (13).
22. Device according to one of claims 15 to 21, characterized in that the negative pressure channel (10) extends into the area of a cavity (14) of the insert (3).
23. Device according to one of claims 15 to 22, characterized in that the insert (3) is provided with a pressurizing medium connection (17).
24. Device according to one of claims 15 to 23, characterized in that the frame (2) has at least two inserts (3) made from a porous material and spatially separated from each other.
25. Device according to one of claims 15 to 24, characterized in that the separate porous inserts (3) can be controllably connected to a pressure source (20) and to one or more negative pressure sources (21).
26. Device according to claim 25, characterized in that the inserts (3) can be connected to the pressure source (20) and the negative pressure source (21) by at least one control valve (19).

27. Device according to one of claims 15 to 26, characterized in that the mandrel (22) is formed of a porous material for at least part of its area.
28. Device according to one of claims 15 to 27, characterized in that the mandrel (22) is covered by a seal (24) for at least part of its area.
29. Device according to claim 27 or 28, characterized in that the mandrel (22) is covered by a seal (26) in the region of its round end (25).
30. Device according to one of claims 15 to 29, characterized in that the mandrel (22) is provided with at least one membrane (29) which defines a distribution chamber (28).
31. Device according to one of claims 15 to 30, characterized in that the porous material is made from a thermally conductive material.
32. Device according to claim 31, characterized in that the porous material is a porous metal, such as aluminum, steel or a copper alloy.
33. Device according to one of claims 15 to 30, characterized in that the porous material is a sintered metal.

Seven pages of drawings follow

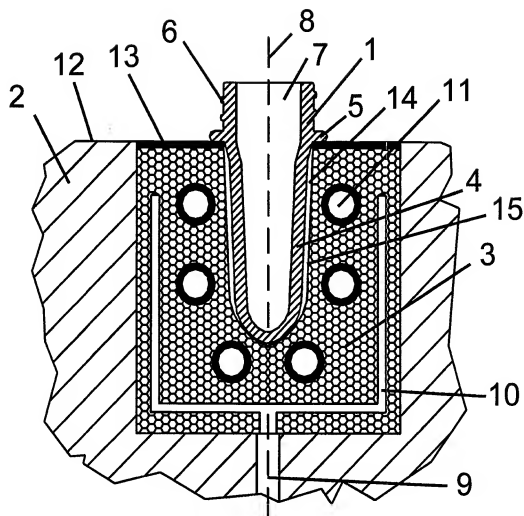
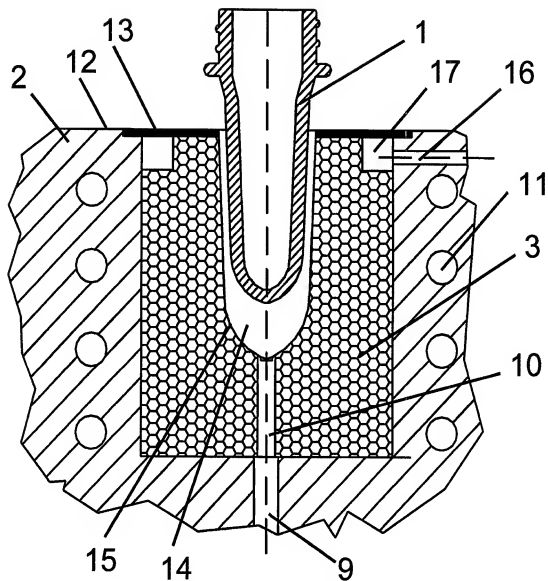
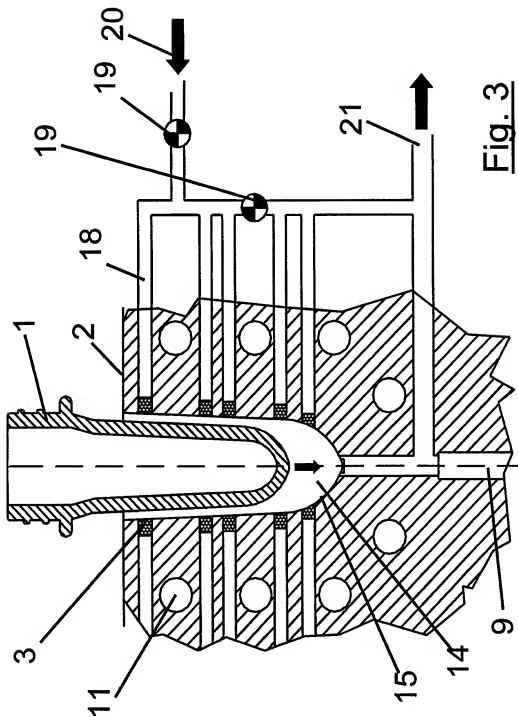
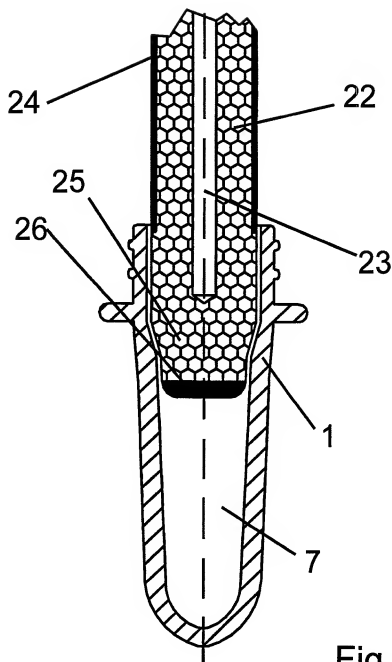
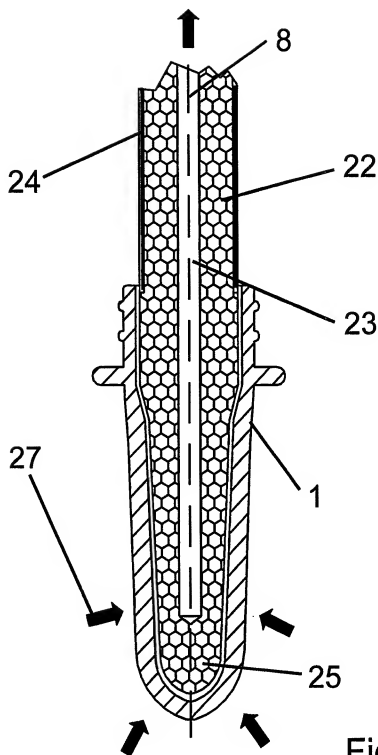


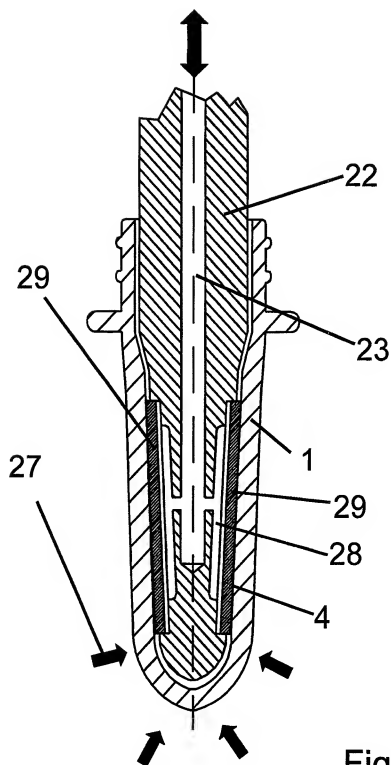
Fig. 1

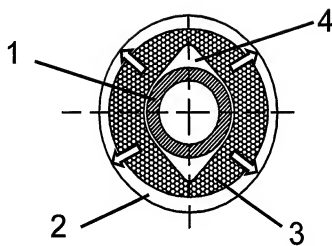
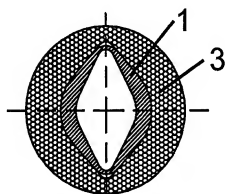
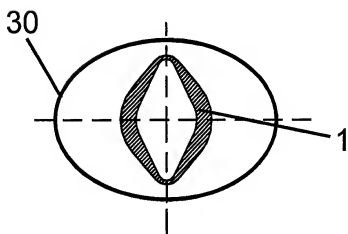
Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7Fig. 8Fig. 9



- 11 Anmelder:
Pesavento, Modesto M., 98574 Schmalkalden, DE
- 12 Erfinder:
gleich Anmelder

- 55 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 37 43 808 C2
DE 199 44 514 A1
DE 199 14 912 A1
DE 197 07 292 A1
DE 42 12 115 A1
DE 41 28 438 A1
DE 35 08 997 A1
DE 697 03 618 T2
DE 695 06 283 T2
US 58 37 299 A
US 00 28 265 A1
US 61 90 157 B1
US 31 70 970
EP 10 86 799 A1
EP 02 66 804 B1

JP 61120723 A., In: Patent Abstracts of Japan;;
JP 56113433 A., In: Patent Abstracts of Japan;;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- 54 Verfahren und Vorrichtung zur Bearbeitung von Vorformlingen
- 57 Das Verfahren und die Vorrichtung dienen zur Bearbeitung von Vorformlingen aus einem thermoplastischen Kunststoff, die zur Blaserformung in Behälter vorgesehen sind. Die Vorformlinge sind in einem ersten Produktionsschritt spritzgußtechnisch im Bereich eines Spritzgußwerkzeuges hergestellt. Die Vorformlinge werden mindestens bereichsweise von einer Kühleinrichtung beaufschlagt. Die Vorformlinge werden durch Unterdruckeinwirkung verformt. Hierzu kann die Kühleinrichtung mindestens bereichsweise aus einem porösen Material ausgebildet sein.

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung von Vorformlingen aus einem thermoplastischen Kunststoff, die zur Blasverformung in Behälter vorgesehen sind und bei dem die Vorformlinge in einem Spritzgußwerkzeug spritzgußtechnisch hergestellt sind und nach einer Entnahme aus dem Spritzgußwerkzeug verformt werden.

[0002] Die Erfindung betrifft darüber hinaus eine Vorrichtung zur Bearbeitung von Vorformlingen aus einem thermoplastischen Kunststoff, die zur Blasverformung in Behälter vorgesehen und in einem Spritzgußwerkzeug spritzgußtechnisch hergestellt sind, bei der die Vorformlinge mindestens von einer Kühleinrichtung beaufschlagt sind.

[0003] Ein Verfahren zur Bearbeitung von Vorformlingen aus einem thermoplastischen Kunststoff wird beispielsweise in der PCT-WO 97/39874 beschrieben. Die Vorformlinge werden hier nach einer Entnahme aus dem Spritzgußwerkzeug in Kühlhülsen überführt und durch Beaufschlagung mit einem Innendruck gegen die Wände der Kühlhülse gedrückt. Hierdurch wird während des gesamten Kühlvorganges ein Kontakt der Vorformlinge mit der Wandung der Kühlhülse aufrechterhalten, da durch den einwirkenden Innendruck ein Schrumpfen der Vorformlinge aufgrund der Abkühlung kompensiert werden kann.

[0004] Eine blastechnische Verformung von Vorformlingen in Behälter innerhalb einer Blasform wird in der DE 41 28 438 A1 erläutert. Die Blasform ist hier mit porösen Pfropfen versehen, die an eine Druckquelle angeschlossen sind. Durch die Druckluftbeaufschlagung der porösen Pfropfen wird ein Druckluftkissen bereitgestellt, das Oberflächenbeschädigungen der geblasenen Behälter durch ein Gleiten des Materials auf der inneren Oberfläche der Blasform verhindert.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren der einleitend genannten Art derart zu verbessern, daß eine Herstellung von Vorformlingen mit geringerem Zeitbedarf und bei einfachem konstruktiven Aufbau unterstützt wird.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Vorformlinge durch Unterdruckeinwirkung verformt werden.

[0007] Weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung der einleitend genannten Art derart zu konstruieren, daß eine Bearbeitung der Vorformlinge bei einfachem gerätetechnischen Aufbau sowie mit einem geringen Herstellungspreis der Vorrichtung unterstützt wird.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Kühleinrichtung mindestens bereichsweise aus einem porösen Material ausgebildet ist.

[0009] Die Verformung der Vorformlinge durch Unterdruckeinwirkung im Anschluß an die spritzgußtechnische Herstellung der Vorformlinge führt zu einer Reihe von Vorteilen. Ein Vorteil besteht darin, daß der Vorformling durch eine äußere Unterdruckeinwirkung gegen Wandungen einer Kühlhülse gezogen werden kann und daß hierdurch während des gesamten Kühlvorganges ein unmittelbarer Kontakt zwischen dem Vorformling und der Wandung der Kühlhülse aufrechterhalten bleibt.

[0010] Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß durch die Unterdruckeinwirkung eine Verformung des Vorformlings in Längsrichtung, in einer radialen Richtung und/oder in einer Umfangsrichtung bezüglich einer Vorformlingslängsachse erfolgen kann, so daß der Vorformling mit einer von der Kontur der Kavitäten des Spritzgußwerkzeuges abweichenden Gestaltung versehen werden kann. Insbesondere ist hierbei daran gedacht, daß die Unterdruckeinwirkung eine Materialverteilung in der Wandung des Vorform-

lings zu erzeugen, die für eine nachfolgende blastechnische Herstellung von ovalen Flaschen günstig ist. In Umfangsrichtung des Vorformlings können hierdurch unterschiedliche Wanddicken bereitgestellt werden.

[0011] Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß durch die Unterdruckeinwirkung ungewollt verformte oder vom Spritzgußwerkzeug nicht im vollen Umfang ausgeformte Vorformlinge nachgeformt werden können. Hierdurch ist es zum einen möglich, krumme Vorformlinge auszurichten oder Vorformlingsdeformationen zu kompensieren. Insbesondere ist auch daran gedacht, bei einem Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder der erfindungsgemäßen Vorrichtung bewußt im Bereich des Spritzgußwerkzeuges die Zykluszeiten zu verkürzen oder vergrößerte Toleranzen bei den Werkzeuggeometrien des Spritzgußwerkzeuges vorzugeben. Bei einer derartigen bewußt zu frühen Entformung der Vorformlinge wird ein Verziehen der zu heiß entformten Vorformlinge oder eine Ausbildung von Einfallstellen in Kauf genommen, da diese Fehler der Vorformlinge durch die Nachverformung und aufgrund der Unterdruckeinwirkung kompensiert werden können. Die sehr teuren Spritzgußwerkzeuge können hierdurch mit einer vergrößerten Produktivität genutzt werden.

[0012] Ein typischer Verformungsvorgang erfolgt derart, daß der Unterdruck außenseitig auf die Vorformlinge einwirkt.

[0013] Ebenfalls ist es möglich, daß der Unterdruck innenseitig auf die Vorformlinge einwirkt.

[0014] Eine bevorzugte Anwendung besteht darin, daß die Vorformlinge innerhalb einer Kühleinrichtung vom Unterdruck beaufschlagt werden.

[0015] Eine preiswerte Unterdruckzuführung kann dadurch erfolgen, daß die Vorformlinge durch ein poröses Material hindurch vom Unterdruck beaufschlagt werden.

[0016] Zur Unterstützung einer gleichmäßigen Verteilung des Unterdruckes wird vorgeschlagen, daß der Unterdruck dem porösen Material durch Unterdruckkanäle hindurch zugeführt wird.

[0017] Eine Handhabung der Vorformlinge kann dadurch unterstützt werden, daß die Vorformlinge lokal mit einem Druckmittel beaufschlagt werden.

[0018] Eine zusätzliche Beeinflussung des Prozeßablaufes kann dadurch erfolgen, daß die Vorformlinge temporär mit einem Druckmittel beaufschlagt werden.

[0019] Verbesserte Steuerungsmöglichkeiten werden dadurch bereitgestellt, daß eine Unterdruckbeaufschlagung der Vorformlinge durch lokale poröse Einsätze hindurch erfolgt.

[0020] Eine Vorgabe lokal unterschiedlicher Druckbedingungen entlang einer Innenbegrenzung der den Vorformling aufnehmenden Kavität kann dadurch erreicht werden, daß lokale poröse Einsätze über Steuerventile teilweise vorgebar an eine Druckquelle sowie an eine Unterdruckquelle angeschlossen werden.

[0021] Eine Verformung des Vorformlings von innen her kann dadurch erfolgen, daß eine Verformung der Vorformlinge unter Verwendung eines porösen Innendornes durchgeführt wird.

[0022] Eine lokal begrenzte Materialverformung wird dadurch unterstützt, daß vom Innendorn eine lokale Unterdruckeinwirkung auf den Vorformling bereitgestellt wird.

[0023] Eine typische Anwendung besteht darin, daß die Verformung des Vorformlings als Zwischenschritt bei der Durchführung eines einstufigen Spritz-Blas-Verfahrens durchgeführt wird.

[0024] Ebenfalls ist daran gedacht, daß die Verformung des Vorformlings als Zwischenschritt bei der Durchführung eines zweistufigen Spritz-Blas-Verfahrens durchgeführt wird.

[0025] Eine vorteilhafte geräteechnische Realisierung kann dadurch erfolgen, daß das poröse Material im Bereich einer Kühlhülse angeordnet ist.

[0026] Zur Bereitstellung einer ausreichenden mechanischen Stabilität wird vorgeschlagen, daß das poröse Material als ein Einsatz ausgebildet ist, der von einem Rahmen gehalten ist.

[0027] Eine Underdruckbereitstellung innerhalb des porösen Materials mit geringen Strömungswiderständen wird dadurch erreicht, daß im Bereich des Einsatzes mindestens ein Underdruckkanal angeordnet ist.

[0028] Gemäß einer weiteren Konstruktionsvariante ist daran gedacht, daß im Bereich des Rahmens mindestens ein Kühlkanal angeordnet ist.

[0029] Eine Druckabschirmung gegenüber einer Umgebung kann dadurch erreicht werden, daß der Einsatz mindestens bereichsweise von einer Dichtung bedeckt ist.

[0030] Zur Ermöglichung einer druckunterstützten Beweglichkeit des Vorformlings relativ zum Einsatz aus dem porösen Material wird vorgeschlagen, daß sich der Underdruckkanal bis in den Bereich einer Kavität des Einsatzes erstreckt.

[0031] Eine gezielte örtliche Vorgabe der Wirksamkeit der realisierten Druckverhältnisse kann dadurch erreicht werden, daß der Innendorn mindestens bereichsweise von einer Dichtung bedeckt ist.

[0032] Bei einer vorgesehenen lediglich teilweisen Nachverformung des Vorformlings ist auch daran gedacht, daß der Innendorn im Bereich einer Kuppe von einer Dichtung bedeckt ist.

[0033] Eine weitere Variante zur Nachverformung der Vorformlinge besteht darin, daß der Innendorn mit mindestens einer Membran versehen ist, die eine Verteilkammer begrenzt.

[0034] Eine typische Werkstoffauswahl besteht darin, daß das poröse Material als ein poröses Metall ausgebildet ist.

[0035] Eine besonders gute Wärmeleitfähigkeit kann dadurch erreicht werden, daß das poröse Metall aus Aluminium ausgebildet ist.

[0036] Eine andere Ausführungsvariante besteht darin, daß das poröse Material als ein Sintermetall ausgebildet ist.

[0037] In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt. Es zeigen:

[0038] Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Kühleinrichtung, bei der von einem porösen Element eine Kühlhülse ausgebildet ist.

[0039] Fig. 2 eine gegenüber Fig. 1 modifizierte Ausführungsform, bei der durch das poröse Element sowohl Underdruck als auch Überdruck in Richtung auf den Vorformling leitbar ist.

[0040] Fig. 3 einen Querschnitt durch eine Ausführungsform, bei der eine Mehrzahl von räumlich voneinander getrennten porösen Einsätzen verwendet sind, die steuerbar an Überdruck und/oder Underdruck anschließbar sind.

[0041] Fig. 4 eine teilweise Darstellung eines Vertikalschnittes durch eine Einrichtung, bei der ein Innendorn für die Vorformlinge aus einem porösen Material für eine in Richtung der Längsachse der Vorformlinge teilweise Nachverformung verwendet wird.

[0042] Fig. 5 eine gegenüber Fig. 4 abgewandelte Ausführungsform, bei der der Innendorn für eine vollständige Nachverformung des Vorformlings ausgebildet ist.

[0043] Fig. 6 eine gegenüber Fig. 5 abgewandelte Ausführungsform, bei der Verformungskräfte auf den Vorformling durch am Innendorn angebrachte Membrane aufgebracht werden.

[0044] Fig. 7 einen Querschnitt durch einen in einem Einsatz aus porösem Material angeordneten Vorformling.

[0045] Fig. 8 eine Querschnittsdarstellung entsprechend Fig. 7 nach einer Verformung des Vorformlings durch Underdruckeinwirkung und

[0046] Fig. 9 eine schematische Querschnittsdarstellung eines verformten Vorformlings gemäß Fig. 8 sowie einer korrespondierenden ovalen Behälterkontur nach einer Blasverformung des Vorformlings.

[0047] Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch eine Vorrichtung zur Bearbeitung von Vorformlingen (1), die einen Rahmen (2) sowie einen Einsatz (3) aus einem porösen Material aufweist. Der Begriff des porösen Materials umfaßt hierbei sowohl offenporige schaumartige Strukturen als auch Sintermaterialien oder vergleichbare Materialstrukturen. Aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit haben sich insbesondere offenporige Metallschäume, beispielsweise aus Aluminium, bewährt.

[0048] Der Vorformling (1) besteht aus einem thermoplastischen Material, beispielsweise aus PET (Polyethylenterephthalat) und ist mit einer Seitenwand (4), einem Stützring (5) sowie einem Mündungsabschnitt (6) versehen. Ein Innenraum (7) des Vorformlings (1) erstreckt sich entlang einer Vorformlingslängsachse (8).

[0049] Durch den Rahmen (2) hindurch erstreckt sich ein Underdruckkanal (9), der mit einem Underdruckkanal (10) innerhalb des Einsatzes (3) verbunden ist. Im Bereich des Einsatzes (3) sind darüber hinaus Kühlkanäle (11) angeordnet, durch die ein Kühlmedium zirkulieren kann. Im Bereich einer Oberfläche (12) des Rahmens (2) ist eine Oberfläche des Einsatzes (3) von einer Dichtung (13) verschlossen, um bei einer Underdruckbeaufschlagung ein Ansaugen von Umgebungsluft zu verhindern.

[0050] Der Vorformling (1) ist in eine Kavität (14) des Einsatzes (3) derart eingeführt, daß der Stützring (5) im Bereich der Oberfläche des Einsatzes (3) aufliegt. Bei einer Underdruckbeaufschlagung des Einsatzes (3) wird zwischen dem Vorformling (1) und der Kavität (14) befindliche Luft abgesaugt und der im Bereich des Innenraumes (7) des Vorformlings (1) anstehende Umgebungsdruck drückt die Seitenwand (4) des Vorformlings (1) gegen eine Begrenzungsfläche (15) der Kavität (14). Der hierdurch hervorgerufene Materialkontakt führt zu einer verbesserten Kühlung des Vorformlings (1) und trägt dazu bei, daß der Vorformling (1) die Form der Begrenzungsfläche (15) annimmt.

[0051] Bei der Ausführungsform gemäß der Fig. 2 streckt sich der Underdruckkanal (10) bis zur Kavität (14) des Einsatzes (3). Darüber hinaus sind die Kühlkanäle (11) im Bereich des Rahmens (2) angeordnet. Zusätzlich zum Underdruckkanal (9) ist im Bereich des Rahmens (2) ein Druckmittelkanal (16) angeordnet, der in einen Druckmittelan-schluß (17) des Einsatzes (3) einmündet. Vorzugsweise erfolgt die Druckmittelleinleitung mit einem geringen Abstand zur Dichtung (13). Hierdurch wird durch die Kavität (14) hindurch eine Luftströmung in Richtung auf den Underdruckkanal (9) erzeugt, die ein Einführen der Vorformlinge (1) in die Kavität (14) erleichtert und Kratzer am Vorformling (1) durch einen Kontakt mit der Begrenzungsfläche (15) vermeidet. Darüber hinaus wird ein ungleichmäßiger Kontakt des Vorformlings (1) mit dem Einsatz (3) vermieden, der zu ungleichmäßigen Abkühlungen des Vorformlings (1) führen würde.

[0052] Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 ist die Kavität (14) im Bereich des Rahmens (2) ausgebildet und im Bereich der Begrenzungsfläche (15) der Kavität (14) sind eine Mehrzahl von porösen Einsätzen (3) angeordnet. Die porösen Einsätze (3) sind hier räumlich voneinander getrennt. Darüber hinaus sind die Einsätze (3) jeweils mit Versorgungskanälen (18) verbunden, die über Steuerventile (19) vorgebar an eine Druckquelle (20) oder an eine Unter-

druckquelle (21) anschließbar sind. Auch bei dieser Ausführungsform erstreckt sich der Unterdruckkanal (9) bis in den Bereich der Kavität (14). Die räumlich voneinander getrennten Einsätze (3) stellen düsenartige Anordnungen bereit, die lokale Verformungen des Vorformlings (1) hervorrufen oder Druckluftkissen für den Vorformling (1) erzeugen können. Insbesondere ist auch daran gedacht, über die Einsätze (3) steuerbar heiße Druckluft zuzuführen, um den Vorformling (1) lokal zur Unterstützung einer vorgegebenen Verformung zu erwärmen.

[0053] Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 wird der Vorformling (1) von einem Innendorn (22) beaufschlagt, der aus einem porösen Material ausgebildet ist. Der Innendorn (22) ist mit einem Druckmittelkanal (23) versehen. Der Druckmittelkanal (23) kann in Abhängigkeit von einer jeweiligen Ansteuerung sowohl Überdruck als auch Unterdruck zuführen. Zur Vermeidung von Druckverlusten ist der Innendorn (22) außenseitig bereichsweise mit einer Dichtung (24) versehen. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 ist der Innendorn (22) nur für eine bereichsweise Nachverformung des Vorformlings (1) im Bereich des Mündungsabschnittes (6) sowie eines dem Mündungsabschnitt (6) zugewandten Teiles der Seitenwand (4) ausgebildet. Im Bereich einer Kuppe (25) trägt der Innendorn (22) deshalb hier ebenfalls eine Dichtung (26).

[0054] Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 5 ist der Innendorn (22) zu einer Nachverformung des Vorformlings (1) entlang der gesamten Ausdehnung der Vorformlingslängsachse (8) ausgebildet. Der Innendorn (22) weist deshalb eine gegenüber der Ausführungsform in Fig. 4 abgewandelte Kontur auf. Eine Dichtung (26) im Bereich der Kuppe (25) ist bei dieser Ausführungsform nicht erforderlich. Zusätzlich zu einer Beaufschlagung des Vorformlings (1) mit Hilfe des Innendorns (22) kann gemäß der Ausführungsform in Fig. 5 eine von außen auf den Vorformling (1) einwirkende Luftkühlung (27) realisiert werden.

[0055] Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 6 ist der Druckmittelkanal (23) an Verteilkammern (28) angeschlossen, die von Membranen (29) verschlossen sind. Bei einer Druckbeaufschlagung des Druckmittelkanals (23) werden die Membranen (29) gegen die Seitenwand (4) des Vorformlings (1) gepreßt und führen eine Verformung des Vorformlings (1) durch. Auch durch die von der Membran (29) erzeugte Kraft kann der Vorformling (1) entweder gegen die Innenwandung einer Kühllöhle gedrückt oder in vorgegebener Weise verformt werden.

[0056] Fig. 7 zeigt einen Querschnitt durch einen Einsatz (3) mit einem in die Kavität (14) eingesetzten Vorformling (1). Der Einsatz (3) wird vom Rahmen (2) gehalten.

[0057] Nach einer Unterdruckbeaufschlagung wird der Vorformling (1) gemäß Fig. 1 zu einem Vorformling entsprechend Fig. 8 verformt. Insbesondere ist aus Fig. 8 zu erkennen, daß durch die Verformung in einer Umfangsrichtung des Vorformlings ein unterschiedlicher Wandickenverlauf erzeugt wurde. Die Vorformlingsgestaltung gemäß Fig. 8 ist insbesondere für die Herstellung von ovalen Flaschen geeignet.

[0058] Fig. 9 zeigt die Zuordnung des Vorformlings (1) gemäß Fig. 8 zu einer Behälterkontur (30) eines Behälters mit ovalem Querschnitt. Die Materialverteilung im Vorformling (1) ist derart gewählt, daß diejenigen Bereiche, die bei der anschließenden Blasverformung nur relativ geringfügig gereckt werden, dünner ausgebildet sind als diejenigen Bereiche, die bei der Blasverformung stärker gereckt werden. Durch die entsprechende Materialverteilung werden bei einem geblasenen Behälter eine sehr gleichmäßige Wandickenverteilung und damit gleichmäßige Materialeigenschaften unterstützt.

[0059] Bei einer kombinierten wahlweisen Beaufschlagung des Einsatzes (3) mit Unterdruck und Überdruck kann eine Materialreinigung in einfacher Weise derart durchgeführt werden, daß ohne eingesetzten Vorformling (1) eine Druckmittelbeaufschlagung erfolgt, die zu einem Abblasen von Verunreinigungen führt. Eine Trennung des Vorformlings (1) vom Innendorn (22) kann ebenfalls durch eine Druckmitteinwirkung auf den Innendorn (22) unterstützt werden. Bei einer kombinierten Verwendung des Innendorns (22) und eines Einsatzes (3) aus einem porösen Material kann eine Trennung des Vorformlings (1) vom Innendorn (22) auch durch eine externe Unterdruckbeaufschlagung unterstützt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung von Vorformlingen aus einem thermoplastischen Kunststoff, die zur Blasverformung in Behälter vorgesehen sind und bei dem die Vorformlinge in einem Spritzgußwerkzeug spritzgußtechnisch hergestellt sind und nach einer Entnahme aus dem Spritzgußwerkzeug verformt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorformlinge (1) durch Unterdruckeinwirkung verformt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Unterdruck außenseitig auf die Vorformlinge (1) einwirkt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Unterdruck innenseitig auf die Vorformlinge (1) einwirkt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorformlinge (1) innerhalb einer Kühleinrichtung vom Unterdruck beaufschlagt werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorformlinge (1) durch ein poröses Material hindurch vom Unterdruck beaufschlagt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Unterdruck dem porösen Material durch Unterdruckkanäle (10) hindurch zugeführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorformlinge (1) lokal mit einem Druckmittel beaufschlagt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorformlinge (1) temporär mit einem Druckmittel beaufschlagt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Unterdruckbeaufschlagung der Vorformlinge (1) durch lokale poröse Einsätze (3) hindurch erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß lokale poröse Einsätze (3) über Steuerventile (19) teilweise vorgebar an eine Druckquelle (20) sowie an eine Unterdruckquelle (21) angeschlossen werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Verformung der Vorformlinge (1) unter Verwendung eines porösen Innendorns (22) durchgeführt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß vom Innendorn (22) eine lokale Unterdruckeinwirkung auf den Vorformling (1) bereitgestellt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verformung des Vorformlings (1) als Zwischenschritt bei der Durchführung

eines einstufigen Spritz-Blas-Verfahrens durchgeführt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Verformung des Vorformlings (1) als Zwischenschritt bei der Durchführung eines zweistufigen Spritz-Blas-Verfahrens durchgeführt wird.

15. Vorrichtung zur Bearbeitung von Vorformlingen aus einem thermoplastischen Kunststoff, die zur Blasverformung in Behälter vorgesehen und in einem Spritzgußwerkzeug spritzgußtechnisch hergestellt sind, bei der die Vorformlinge mindestens bereichsweise von einer Kühleinrichtung beaufschlagt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühleinrichtung mindestens bereichsweise aus einem porösen Material ausgebildet ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das poröse Material im Bereich einer Kühllülse angeordnet ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß das poröse Material als ein Einsatz (3) ausgebildet ist, der von einem Rahmen (2) gehalten ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Einsatzes (3) mindestens ein Unterdruckkanal (10) angeordnet ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Einsatzes (3) mindestens ein Kühlkanal (11) angeordnet ist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Rahmens (2) mindestens ein Kühlkanal (11) angeordnet ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz (3) mindestens bereichsweise von einer Dichtung (13) bedeckt ist.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Unterdruckkanal (10) bis in den Bereich einer Kavität (14) des Einsatzes (3) erstreckt.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz (3) mit einem Druckmittelanschluß (17) versehen ist.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen (2) mindestens zwei örtlich voneinander getrennte Einsätze (3) aus einem porösen Material aufweist.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die separaten porösen Einsätze (3) steuerbar an eine Druckquelle (20) sowie eine Unterdruckquelle (21) anschließbar sind.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Einsätze (3) von mindestens einem Steuerventil (19) an die Druckquelle (20) und die Unterdruckquelle (21) anschließbar sind.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß ein Innendorn (22) mindestens bereichsweise aus einem porösen Material ausgebildet ist.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Innendorn (22) mindestens bereichsweise von einer Dichtung (24) bedeckt ist.

29. Vorrichtung nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Innendorn (22) im Bereich einer Kuppe (25) von einer Dichtung (26) bedeckt ist.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 29,

dadurch gekennzeichnet, daß der Innendorn (22) mit mindestens einer Membran (29) versehen ist, die eine Verteilkammer (28) begrenzt.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß das poröse Material aus einem wärmeleitfähigen Material ausgebildet ist.

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß das poröse Material als ein poröses Metall, wie Aluminium, Stahl oder als eine Kupferlegierung ausgebildet ist.

33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß das poröse Material aus ein Sintermetall ausgebildet ist.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

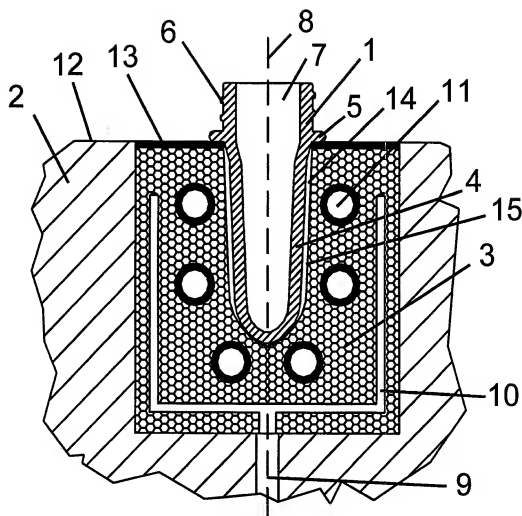
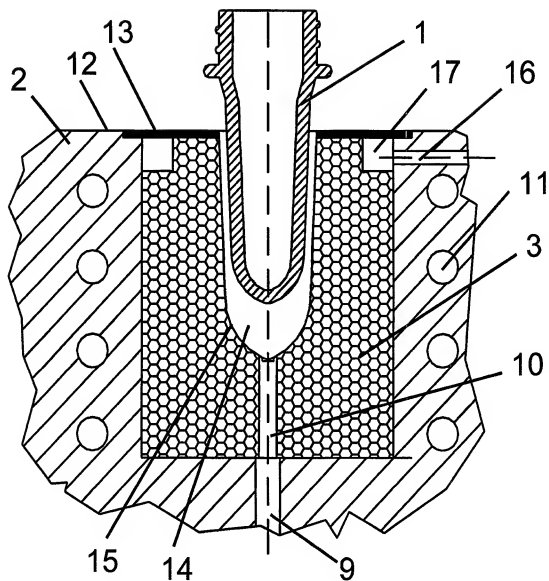
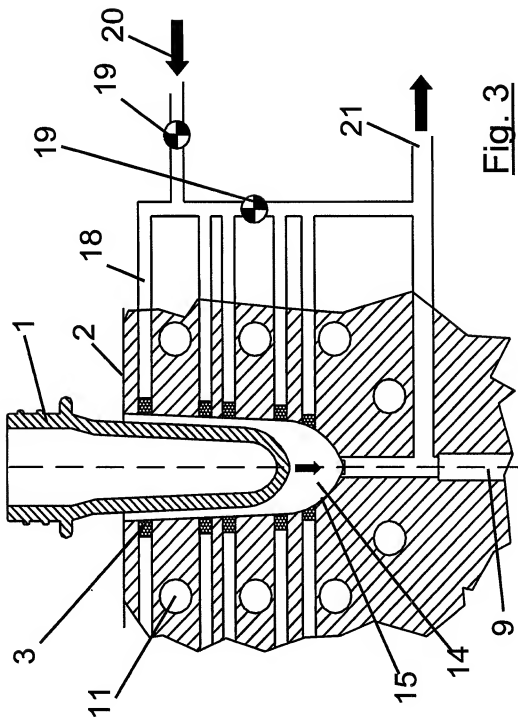
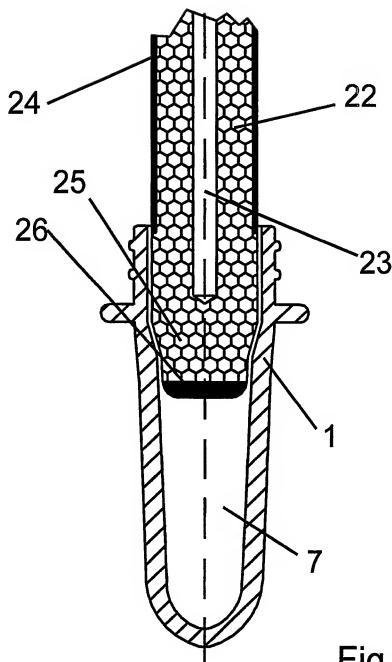
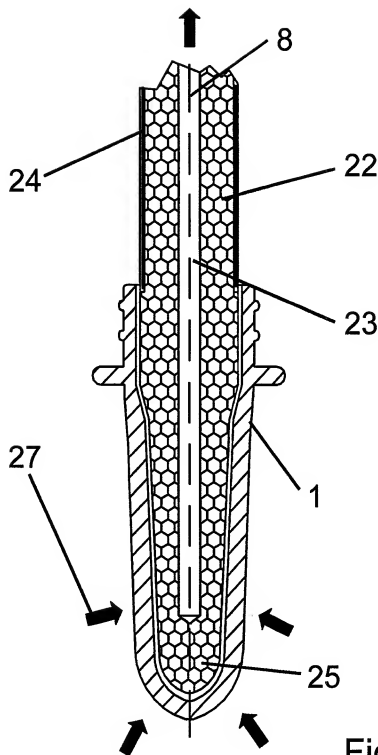


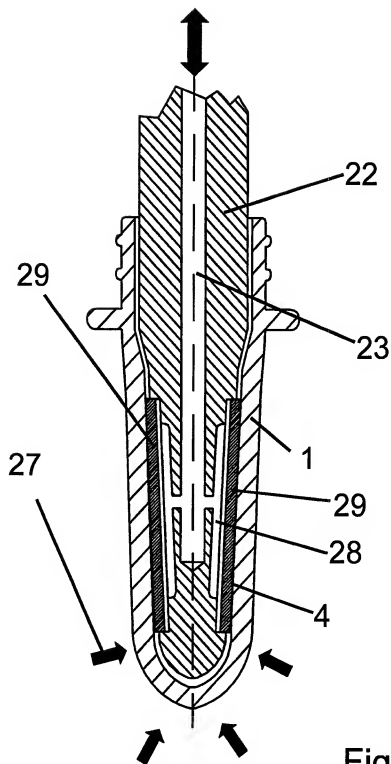
Fig. 1

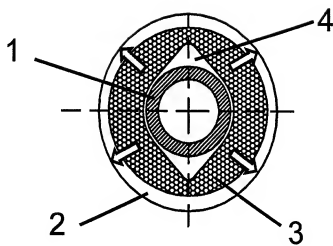
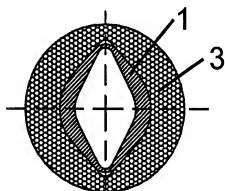
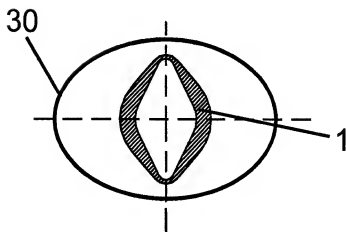
Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5



Fig. 7Fig. 8Fig. 9